



Simulasi Desain Fasad Optimal Terhadap Pencahayaan Alami Pada Gedung Prodi Arsitektur Universitas Malikussaleh

Atthaillah¹, Suhartina Wijayanti¹, Soraya Masthura Hassan¹

¹Program Studi Arsitektur, Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe, Indonesia

atthaillah@unimal.ac.id

doi.org/ 10.29080/ emara.v4i1.228

Abstract: *The department of architecture's building of Malikussaleh University was found problematic with its daylighting distribution through out the spaces. Also, earlier research had acknowledged the situation. However, the previous research did not offer an appropriate solution particularly regarding its optimum façade design. This research attempted to optimize the daylight harvest into the spaces by comparing its façade design for daylighting. There were three types of façade designs, perforated, vertical and horizontal screens, examined for its most optimum daylight harvest. This study utilized digital simulation using Grasshopper and Ladybug Tools to calculate Annual daylight condition within the building. Within the tools this study integrated Climate Based Daylight Modeling (CBDM), which was Useful Daylight Illuminance (UDI) for the condition of Lhokseumawe. Next, it compared and suggested the result for the three types of façade design for optimum daylight distribution. Based on UDI, the targetted optimum daylight was in the range of 100-2000 lux. It was discovered that horizontal screen work best to almost entire building façades which covered 13 out of 15 examined-spaces within the building.*
Keywords: daylighting, façade design, Climate Based Daylight Modeling, Useful Daylight Illuminance

Abstrak: Gedung Prodi Arsitektur Fakultas Teknik (PAFT) Universitas Malikussaleh masih memiliki permasalahan terhadap penerimaan cahaya matahari kedalam ruangan. Penelitian sebelumnya juga telah mengungkapkan situasi ini akan tetapi penelitian tersebut tidak menawarkan solusi yang tepat terutama mengenai desain fasad optimal. Penelitian kali ini mencoba mengoptimalkan cahaya alami (*daylighting*) yang masuk kedalam ruang dengan membandingkan desain fasad untuk pencahayaan alami. Ada tiga tipe desain fasad yang ditawarkan, diantaranya adalah *perforated* (berpori), *vertical* dan *horizontal screens* yang diuji untuk memperoleh cahaya alami optimal. Studi ini menggunakan simulasi digital dengan *Grasshopper* dan *Ladybug Tools* untuk menghitung kondisi cahaya alami di dalam gedung. Dengan piranti tersebut penelitian ini menggunakan Climate Based Daylight Modeling (CBDM), dengan Useful Daylight Illuminance (UDI) untuk kondisi Lhokseumawe. Selanjutnya, ketiga jenis desain fasad ini dikomparasi dan hasilnya menjadi rekomendasi untuk fasad yang mendistribusi cahaya alami optimal. Berdasarkan UDI, target penerimaan cahaya yang didapatkan berkisar antara 100-2000 *Lux*. Penelitian ini mengungkapkan bahwa horizontal screen merupakan solusi terbaik pada hampir seluruh fasad, ini melingkupi 13 dari 15 ruang yang diuji pada bangunan.

Kata Kunci: *pencahayaan alami, disain fasad, Pemodelan Berbasis Data Cuaca, Useful Daylight Illuminance*

1. PENDAHULUAN

Fasad adalah elemen yang paling berpengaruh dalam memberikan dampak pencahayaan alami pada interior bangunan. Artinya, fasad memiliki peran penting untuk menyalurkan cahaya matahari sebagai kebutuhan warna dan sistem visual manusia (Elghazi, Wagdy, Mohamed, & Hassan, 2014). Setiap cahaya alami yang masuk dikontrol oleh fasad. Mendesain fasad tanpa mempertimbangkan orientasi matahari

menimbulkan masalah pencahayaan alami yang buruk. Pada dasarnya, cahaya alami yang masuk kedalam bangunan dapat mengurangi penggunaan energi listrik secara signifikan (Mardaljevic, 2010). Ander (2016) mengungkapkan bahwa pada bangunan institusional dan komersial yang terintegrasi dengan pencahayaan alami mampu mengurangi sepertiga dari total energi bangunan. Jika penempatan bukaan, ukuran, serta pemilihan material pada bukaan tidak

sesuai, maka dapat memblokir cahaya matahari masuk kedalam bangunan. Akibatnya, banyak konsumsi energi listrik dalam memberikan cahaya buatan untuk memenuhi kebutuhan visual manusia pada bangunan.

Salah satu bangunan yang masih menggunakan lampu pada siang hari adalah Gedung Program studi Arsitektur Fakultas Teknik (PAFT) Universitas Malikussaleh. Gedung ini terletak di Jl. Sultanah Nahrasyiah Kota Lhokseumawe Provinsi Aceh. Gedung PAFT memiliki 3 lantai, dan ruang-ruang yang ada pada setiap lantainya mempunyai persoalan terhadap pencahayaan alami. Sehingga, pada siang hari gedung ini tetap menggunakan lampu dengan energi listrik sebagai cahaya buatan.

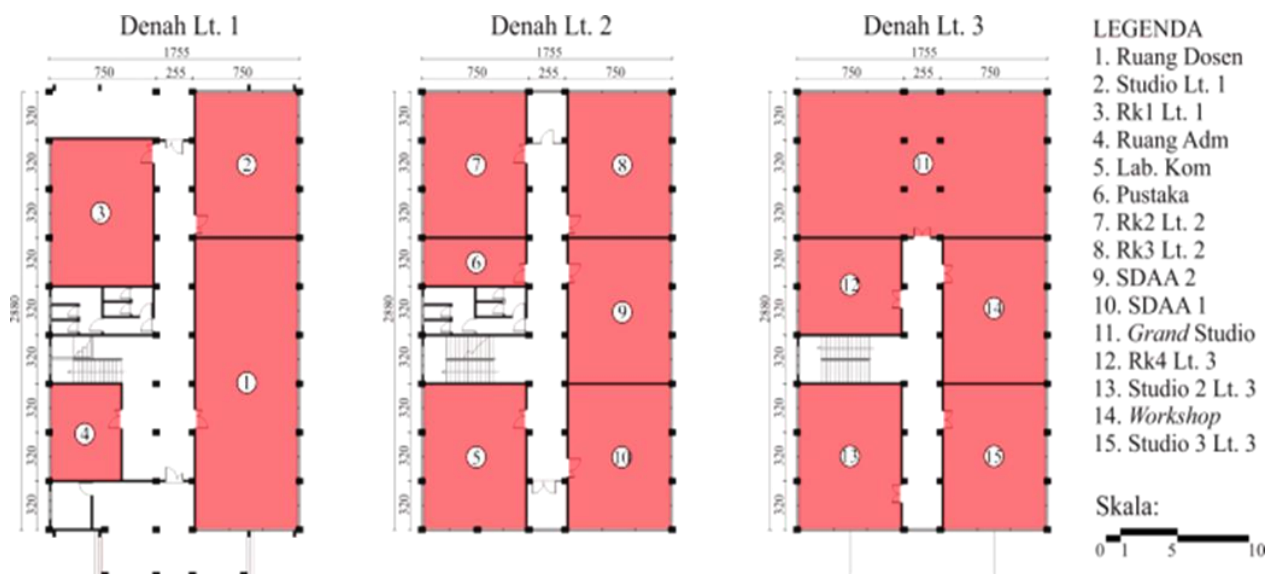
Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini menawarkan solusi untuk mendapatkan pencahayaan alami optimal pada gedung PAFT dengan komparasi alternatif fasad. Cara yang dilakukan yaitu dengan merancang kembali fasad pada perimeter bangunan. Fasad tersebut diganti menggunakan material kaca bening dengan nilai *transmittance* yang lebih besar. Area *windows wall ratio* (WWR) didesain sebatas modul struktur agar memperoleh cahaya maksimal. Kemudian, fasad ditambahkan dengan *double skin* dengan beberapa alternatif desain untuk mereduksi silau atau panas yang berlebih.

Penulis membatasi *skin* yang didesain sebanyak 3 alternatif. Diantaranya, perforated (berpori), vertikal dan horizontal *screen*. Ketiganya disimulasi menggunakan komputer berdasarkan *Climate Based Daylight Modeling* (CBDM) yang lebih akurat dalam menggambarkan suatu kondisi pada iklim mikro (Anderson, 2014). Dengan CBDM dapat diketahui

banyaknya cahaya alami yang masuk pada gedung PAFT sesuai dengan iklim spesifik di Kota Lhokseumawe.

Pengoptimalan ini dilakukan untuk setiap hari kerja, yaitu senin hingga jum'at selama satu tahun. Fokus penelitian ini tertuju pada ruang-ruang yang digunakan sebagai aktifitas perkuliahan. Diantaranya adalah ruang dosen, ruang kelas, ruang *workshop*, studio gambar, perpustakaan, dan ruang laboratorium komputer (gambar 1). Ruang-ruang tersebut merupakan prioritas utama untuk mendapatkan cahaya alami dalam meningkatkan performa kegiatan belajar. Disamping itu, ruang yang telah disebutkan sebelumnya adalah yang paling memungkinkan untuk dilakukan pengoptimalan cahaya alami. Hal ini disebabkan posisinya yang berada di area perimeter langsung mendapatkan dampak cahaya matahari. Sementara, ruang yang lainnya seperti toilet, tangga dan koridor tidak termasuk dalam target pengoptimalan karena bukan sebagai ruang aktivitas utama.

Ada beberapa hal yang melatar belakangi persoalan pencahayaan alami pada gedung PAFT, dan telah diulas dalam dua penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya. Pertama, Nurhaiza & Lisa (2016) mengungkapkan bahwa gedung PAFT berada di lahan yang sempit. Sisi kanan dan kiri gedung terhalang oleh bangunan disekitarnya dengan jarak yang cukup dekat. Hal ini menyebabkan gedung PAFT sulit menerima cahaya alami untuk masuk kedalam ruang. Mereka juga telah melakukan pengukuran intensitas cahaya dengan menggunakan Luxmeter di beberapa ruang pada lantai 1 dan 2. Hasilnya membuktikan bahwa pencahayaan alami pada lantai tersebut tidak masuk dalam kriteria SNI.



Gambar 1. Denah gedung PAFT yang disimulasi (Sumber: Penulis, 2018)

Kedua, Atthailah, Iqbal, & Situmeang (2017) melakukan pengembangan dari penelitian sebelumnya dan mengungkapkan beberapa permasalahan. Diantaranya; lantai 1 hingga lantai 3 memiliki perbandingan luas ruang dan bukaan yang tidak sesuai, transparansi kaca yang terlalu gelap, dan juga penataan ruang yang berlapis dari arah masuknya cahaya matahari. Semuanya itu berdampak buruk terhadap penerimaan cahaya alami. Permasalahan di atas mereka ketahui berdasarkan hasil simulasi *Daylight Factor* (DF) pada keseluruhan lantai gedung PAFT menggunakan perangkat lunak *Velux Daylight Visualizer 2.0*. Penelitian tersebut menghasilkan beberapa rekomendasi desain untuk mencapai standar minimum pencahayaan alami sesuai dengan SNI. Namun, setelah penulis evaluasi kembali masih ada beberapa ruang yang memiliki persentase standar pencahayaan yang rendah.

Disamping itu, hasil simulasi DF sebelumnya dinilai kurang akurat karena belum tentu sesuai dengan kondisi iklim pada tempat yang berbeda. Anderson, (2014) menjelaskan bahwa simulasi DF bersifat umum dan tidak mempertimbangkan orientasi matahari terhadap suatu lokasi. Perbedaan signifikan terlihat pada penelitian ini yang menggunakan simulasi *Climate Based Daylight Modeling* (CBDM) dan memperhatikan orientasi matahari serta bangunan perimeter disekitarnya.

Gedung PAFT diuji kembali untuk mendapatkan target pencahayaan berdasarkan *Useful Daylight Illuminance* (UDI) yaitu 100-2000 *Lux*. Menurut Nabil & Mardaljevic (2005) sebagai penemu paradigma UDI, mengungkapkan bahwa cahaya yang berkisar 100-2000 *Lux* merupakan batas untuk kenyamanan visual. Sedangkan cahaya di bawah 100 *Lux* terlihat redup dan di atas 2000 *Lux* terlalu silau bahkan menimbulkan suhu panas. Berdasarkan klasifikasi tersebut, setiap ruang yang disimulasi ditargetkan memperoleh cahaya yang sesuai dengan kriteria UDI. Rekomendasi desain fasad optimal dipilih dari persentase tertinggi yang termasuk dalam kisaran UDI 100-2000 *Lux* dari setiap alternatif fasad pada masing-masing ruang.

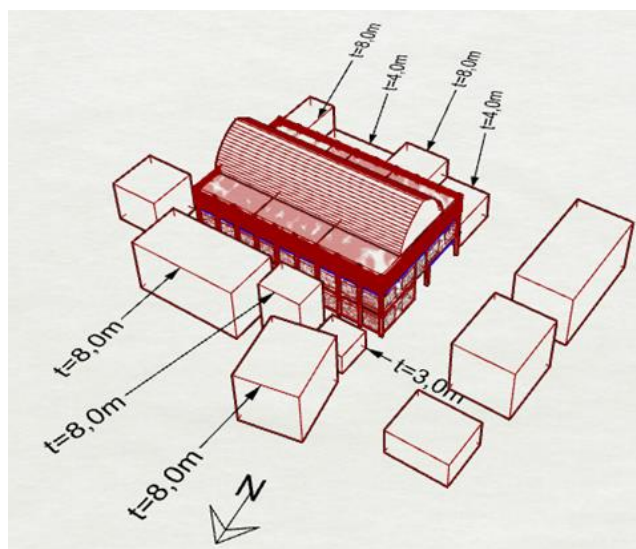
2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan adalah penelitian kuantitatif dengan cara mengukur langsung seluruh luas ruangan. Hasil pengukuran direpresentasikan kedalam bentuk model 3D digital untuk dilakukan simulasi. Cara simulasi mampu merepresentasi kondisi nyata tanpa harus berada di lapangan (Groat & Wang, 2013). Cara tersebut dinilai mempermudah proses analisis dan mendapatkan keakuratan data dalam penelitian. Metode simulasi ini menggunakan *Honeybee* dan *Ladybug* sebagai komponen di dalam *Grasshopper*. *Grasshopper* sendiri merupakan *plugin* pada perangkat lunak *Rhinoceros*. *Honeybee* terhubung dengan *EnergyPlus*, *Radiance* dan *Daysim*

untuk melakukan simulasi cahaya alami (Erlendsson, 2014).

2.1. Metode pengumpulan data

Proses pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi langsung pada gedung PAFT. Semua luasan dan ketinggian ruang dari lantai 1 hingga lantai 3 dilakukan dengan pengukuran lapangan. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa setiap ruang memiliki ketinggian 3,5m dengan jarak modul struktur 3,20 – 7,50 – 2,55 meter, hal ini dapat dilihat pada gambar 1. Bangunan perimeter dari gedung PAFT hanya berada pada sisi utara dan selatan. Jarak bangunan perimeter tersebut variatif antara sisi utara dan selatan yaitu 2,8m dan 1,6m. Sementara ketinggian seperti dijelaskan pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Ketinggian bangunan perimeter (sumber: penulis, 2018)

Selanjutnya, dari ukuran ruang yang telah diperoleh dilanjutkan ke tahap modeling untuk merepresentasi bangunan dengan sistem parametrik. Sistem pemodelan ini bersifat dinamis dan berisi serangkaian data yang dikontrol oleh algoritma dengan menggunakan logika matematika. Holst (2013) mengatakan algoritma mampu mengkalkulasi data di komputer dan kemudian dapat menghasilkan geometri. Perangkat lunak dengan sistem parametrik yang digunakan dalam membuat model representasi ini adalah *Rhinoceros* versi 5 SR 8. *Rhinoceros* juga berfungsi sebagai tampilan visual simulasi. Kemudian, *Grasshopper* versi 0.9.0076 sebagai alat untuk mengoperasikan data.

Rhinoceros dan *Grasshopper* dipilih karena sangat efektif untuk mengintegrasikan antara modeling dengan simulasi. Menurut Erlendsson (2014) metode simulasi yang menggunakan perangkat lunak *Grasshopper* dan *Rhinoceros* sebagai sistem parametrik dapat dengan mudah dikontrol melalui penggunaan *slider*. Dengan cara ini penulis mampu

membuat secara efisien beberapa alternatif simulasi yang berbeda seperti desain fasad yang sesuai dengan kondisi cahaya matahari.

2.2. Metode analisis data

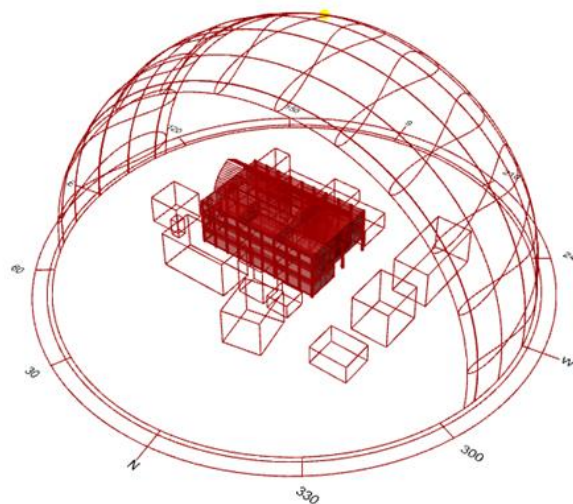
Pada tahap analisis, dilakukan simulasi CBDM yang dapat mewakili kondisi iklim realistis per-jam yang berlaku di atas periode waktu satu tahun. Dalam simulasi ini dilakukan pengamatan terhadap *Daylight Autonomy* (DA) untuk menghitung penerimaan jumlah cahaya secara keseluruhan pada bangunan yang lebih besar dari 100 *Lux*. Maka, diketahui persentase iluminasi minimum yang terpenuhi selama setahun. Namun, simulasi DA tidak menetapkan batas iluminasi maksimal sehingga belum dapat dipastikan kenyamanan visual pada ruangan karena bisa saja terlalu panas atau silau (Moreno & Labarca, 2015). Untuk itu, digunakan UDI sebagai pemberi informasi kondisi cahaya secara detail mulai <100 *Lux*, 100-2000 *Lux* dan >2000 *Lux*. Rahimzadeh (2015) menjelaskan bahwa UDI dapat menentukan terjadinya penerangan siang hari serta memprediksi nilai iluminan pada gedung.

Selanjutnya, proses permodelan dilakukan dalam beberapa tahap, pertama, di *Rhinoceros* bangunan PAFT dan konteks dimodelkan dalam geometri massa sederhana, namun cukup mewakili representasi kondisi dari gedung PAFT. Bangunan PAFT dan konteks dimodelkan sesuai dengan kondisi eksisting misalnya seperti ketinggian dan jarak antar bangunan. Berikutnya, menginput model *Rhinoceros* tersebut kedalam parameter *boundary representative* (Brep) *Grasshopper*.

Dengan menggunakan komponen *Honeybee_Masses2Zones* parameter Brep dikonversi menjadi zona-zona *Honeybee*. Hal ini dilakukan supaya massa bangunan bisa dikenal dan dapat disimulasikan dengan komponen *Honeybee* Untuk bangunan konteks diinput kedalam komponen *Honeybee_EP Context Surfaces* sehingga dikenal sebagai konteks dalam simulasi. Untuk bangunan PAFT perlu dilakukan *solve adjacencies* untuk membuat simulasi dapat mengenali elemen-elemen bangunan seperti lantai, plafon dan komponen lainnya. Geometri yang mewakili bukaan diinput kedalam *Honeybee_addHBGIz*.

Selanjutnya tahap kedua, dengan komponen *Honeybee_addHBGIz* telah membuka akses untuk mengecek properti dari bukaan. Dengan komponen tersebut kita dapat mengakses properti material bangunan lainnya seperti dinding, lantai dan elemen-elemen lainnya. Tahap ketiga, setiap zona-zona yang telah dimodelkan dikelompokkan berdasarkan lantai. Hal ini dilakukan untuk mempermudah proses simulasi setiap lantainya. Keempat, mempersiapkan grid pengukuran untuk setiap ruangan yang menjadi target

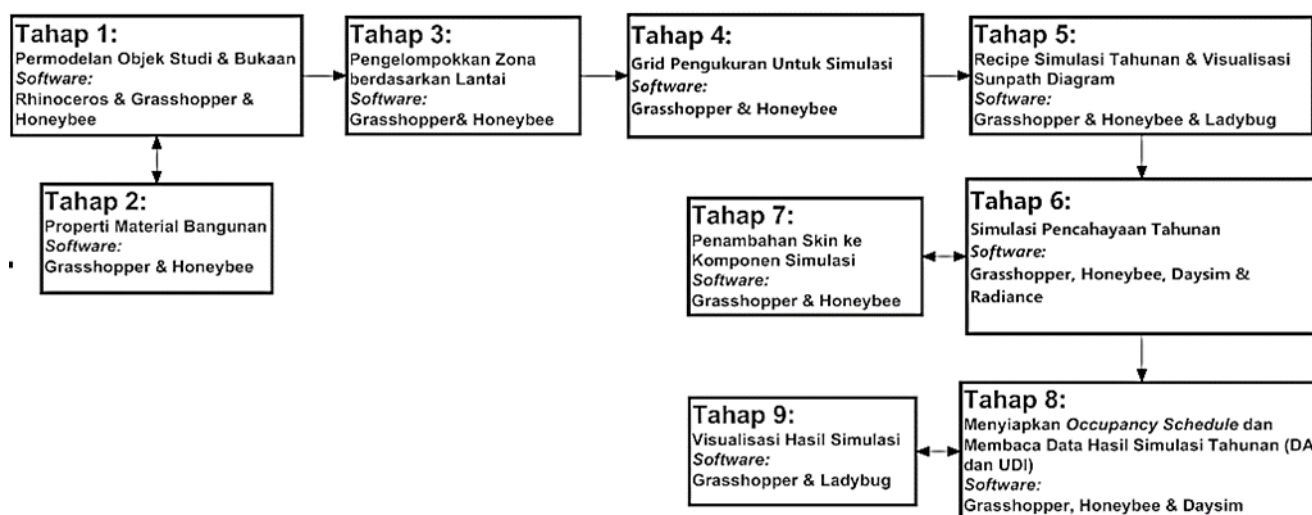
dengan mengatur titik pengukuran setiap 0,50m dengan ketinggian bidang ukur 0,75m. Ini dilakukan dengan menggunakan komponen *Honeybee_Generate Test Points*. Kelima adalah menyiapkan *recipe* untuk simulasi dalam hal ini *Honeybee_Annual Daylight Simulation*. Dengan komponen tersebut, input data cuaca sudah dapat dilakukan dan diagram matahari sudah dapat divisualisasikan dengan komponen *Ladybug_SunPath*.



Gambar 3. Model simulasi PAFT diagram matahari untuk menunjukkan orientasi (bangunan PAFT warna merah) (sumber: penulis, 2018)

Keenam, menyiapkan komponen simulasi pencahayaan alami yaitu *Honeybee_Run Daylight Simulation*. Komponen ini akan memanggil mesin simulasi *Daysim* atau *Radiance* untuk simulasi. Pada tahap ini simulasi sudah dapat dijalankan untuk kondisi bangunan PAFT namun belum dilengkapi dengan skin yang menjadi kajian penelitian ini. Ketujuh, menambahkan *skin* yang menjadi studi sebagai konteks yang kemudian diikutkan dalam simulasi untuk mengetahui pengaruh *skin* yang digunakan. Kedelapan adalah menyiapkan *occupancy schedule* dan membaca hasil simulasi dengan *Honeybee_Read Annual Result 1*. Dengan komponen tersebut kita sudah dapat mengetahui nilai DA dan UDI.

Semua proses tersebut dapat dilakukan dengan *Honeybee* karena *plugin* ini langsung terhubung dengan *EnergyPlus*, *Radiance*, *Daysim*, dan *OpenStudio* (Roudsari & Pak, 2013). Terakhir adalah memvisualkan data dalam bentuk grafik dengan komponen *Ladybug_Recolor Mesh*. Kesemua tahapan tersebut dapat dilihat dalam susunan alur dan perangkat lunak yang digunakan seperti terlihat pada gambar 4.



Gambar 4. Diagram tahapan kerja untuk simulasi (sumber: penulis, 2018)

2.3. Data teknis fasad

Material bukaan studi ini menggunakan konstruksi default dari *exterior window Honeybee*. Material kaca yang digunakan pada konstruksi *exterior window* tersebut adalah *double clear glass* 3mm dengan *airgap* 13mm. Hal ini sesuai dengan visi penulis untuk mengganti dengan material yang memiliki nilai *transmittance* yang lebih tinggi

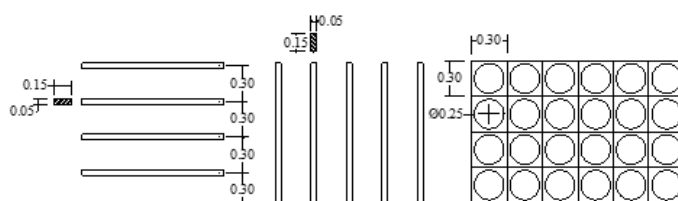
Tabel 1. Properti material kaca yang digunakan pada studi ini yang diekstrak dari konstruksi eksterior

Deskripsi Properti Material	Properti Material
Optical Data Type	Spectral Average
Thickness {m}	0,00299999
Solar Transmittance at Normal Incidence	0,837
Front Side Solar Reflectance at Normal Incidence	0,075
Back Side Solar Reflectance at Normal Incidence	0,00
Visible Transmittance at Normal Incidence	0,898
Front Side Visible Reflectance at Normal Incidence	0,081
Back Side Visible Reflectance at Normal Incidence	0,00
Infrared Transmittance at Normal Incidence	0,00
Front Side Infrared Hemispherical Emissivity	0,84
Back Side Infrared Hemispherical Emissivity	0,84
Conductivity {W/m-K}	0,9
Dirt Correction Factor for Solar and Visible Transmittance	1,00

Sumber: Penulis, diekstrak dari *Honeybee Material Construction*, 2018

Dalam mencari desain fasad yang optimal, studi ini mempertimbangkan feasibilitas dan kemudahan konstruktabilitas dari fasad yang dipilih. Tiga jenis fasad kemudian ditentukan dengan pertimbangan

tersebut yaitu fasad dengan pola berpori/*perforated*, *horizontal* dan *vertical screen*. Ketiganya diberikan ukuran dan jarak yang sama, agar memiliki perbandingan skala yang seimbang. Elemen pada fasad horizontal dan vertikal mempunyai ketebalan 15cm x 5cm, serta pola *perforated* lingkaran berdiameter 25cm. Jarak antar elemen sebesar 30cm, dan masing-masing fasad berada 50cm dari bukaan. Kesemua elemen fasad ini diletakkan sesuai dengan elevasi bukaan yang telah dimodifikasi WWR seperti telah dijelaskan sebelumnya.



Gambar 5. Tiga alternatif bentuk desain fasad yang disimulasi, *screen horizontal* (kiri), *screen vertikal* (tengah) dan *perforated screen* (kanan). (sumber: penulis, 2018)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Simulasi berbasis komputer yang dilakukan pada penelitian ini menjadi perbandingan serta mendukung penelitian sebelumnya mengenai gedung PAFT. Metode simulasi yang menunjukkan kondisi cahaya tahunan pada gedung PAFT lebih memperkuat keakuratan data sebelumnya. Penelitian ini lebih konsentrasi kepada perolehan cahaya optimal pada gedung PAFT dengan penambahan desain fasad. Persentase rata-rata cahaya yang di peroleh pada seluruh ruang yang disimulasi adalah 68,328%. Ditemukan pula beberapa faktor yang menyebabkan persentase cahaya optimal yang masuk pada setiap ruang berbeda.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa penerimaan jumlah cahaya alami yang masuk pada setiap zona di gedung PAFT sangat bervariasi meskipun dengan ukuran ruang yang sama. Kondisi ini terjadi karena orientasi setiap ruang berbeda di dalam gedung. Pada lantai 1 dan 2 dipengaruhi juga oleh bangunan yang ada disekitarnya serta pohon yang berada di depan gedung PAFT sebagai konteks pereduksi cahaya. Hal ini juga ditunjukkan pada penelitian sebelumnya oleh Atthaillah et al. (2017).

Sementara, lantai 3 yang posisinya lebih tinggi tidak berpengaruh dengan hal itu. Keseluruhan bangunan dikontrol oleh fasad yang menghasilkan cahaya optimal pada setiap zona ruang dengan alternatif yang berbeda. Berdasarkan simulasi ini hanya menyisakan satu ruang yang tidak berhasil mendapatkan cahaya optimal baik sebelum dan sesudah ditambahkan dengan alternatif fasad.

Lantai 1

Terdapat 4 zona ruang yang menjadi target pengoptimalan cahaya pada lantai 1, yaitu ruang dosen, ruang studio, ruang kuliah 1 (RK1), dan ruang administrasi. Perubahan nilai penerimaan cahaya sangat terlihat sebelum dan sesudah ditambahkan *screen* pada bangunan. Cahaya di atas 2000 *Lux* mampu dikurangi oleh semua alternatif fasad dengan

signifikan. Desain fasad yang lebih optimal menerima cahaya alami pada lantai 1 didominasi oleh *horizontal screen*. Zona yang mendapatkan cahaya maksimal sebelum ditambahkan *screen* pada lantai satu adalah ruang studio yaitu sebesar 95,21%. Bukaan pada ruang studio berorientasi ke arah utara dengan bangunan perimeter yang berjarak lebih jauh sehingga tidak berpengaruh terhadap penerimaan cahaya kedalam ruang. Berbeda dengan ruang dosen yang sama-sama berorientasi ke arah utara, namun sudah terhalang oleh konteks bangunan sekitar. Akibatnya, cahaya yang diperoleh sudah sedikit berkurang.

Pada zona selatan yaitu ruang kuliah 1 (RK1) dan ruang administrasi juga sudah terhalang dengan bangunan sekitar. Perbedaan jumlah penerimaan cahaya pada kedua ruang ini dipengaruhi oleh ukuran ruang yang berbeda. Ruang administrasi berukuran lebih kecil dibandingkan RK1. Artinya, jumlah bukaan yang ada pada ruang administrasi lebih sedikit. Untuk pengoptimalan cahaya, *skin* yang dibutuhkan dalam mengurangi silau pada kondisi ini adalah vertikal *screen*. *Vertical screen* mampu mereduksi silau di atas 2000 *Lux* namun tetap mendistribusikan cahaya lebih banyak dibandingkan dengan *horizontal* dan *perforated scree*

Tabel 2. Hasil simulasi pencahayaan alami pada lantai 1

Nama Ruangan	DA > 100 LUX	UDI <100 LUX	UDI 100- 2000 LUX	UDI > 2000 LUX	Desian Fasad Optimal	Luas Ruang (m ²)
Lantai 1						
NO SCREEN Ruang Dosen (utara)	80,60%	19,67%	72,13%	8,18%	×	144
NO SCREEN Studio Lt1 (utara)	95,21%	4,94%	69,65%	25,40%	×	72
NO SCREEN RK1 Lt 1 (selatan)	85,59%	14,58%	67,15%	18,26%	×	72
NO SCREEN Admin (selatan)	63,78%	36,48%	56,02%	7,51%	×	32
H SCREEN Ruang Dosen (utara)	71,25%	29,06%	68,94%	2,01%	✓	144
H SCREEN Studio Lt1 (utara)	87,51%	12,71%	80,65%	6,64%	✓	72
H SCREEN RK1 Lt 1 (selatan)	73,02%	27,26%	67,46%	5,32%	✓	72
H SCREEN Admin (selatan)	46,59%	53,71%	45,55%	0,81%	×	32
V SCREEN Ruang Dosen (utara)	70,50%	29,81%	66,86%	3,33%	×	144
V SCREEN Studio Lt1 (utara)	83,93%	16,30%	69,97%	13,74%	×	72
V SCREEN RK1 Lt 1 (selatan)	73,97%	26,33%	62,91%	10,81%	×	72
V SCREEN Admin (selatan)	54,23%	45,96%	51,53%	2,49%	✓	32
P SCREEN Ruang Dosen (utara)	66,63%	33,67%	62,18%	4,13%	×	144
P SCREEN Studio Lt1 (utara)	80,94%	19,29%	66,75%	13,95%	×	72
P SCREEN RK1 Lt 1 (selatan)	70,04%	30,19%	59,17%	10,65%	×	72
P SCREEN Ruang Admin (selatan)	50,65%	49,61%	46,89%	3,53%	×	32

Sumber: hasil analisis, 2018

Lantai 2

Zona yang disimulasi pada lantai 2 berjumlah 6 ruang. Terdapat satu ruang yaitu perpustakaan yang hanya memperoleh kenyamanan visual jauh dibawah rata-rata. Faktor permasalahan ini sama seperti pada ruang administrasi lantai 1 yaitu ukuran ruangnya yang kecil dan ukuran bukaan hanya sepanjang satu modul kolom struktur yaitu 2,80 meter. Ditambah dengan bangunan perimeter yang berada pada zona ini menghalangi cahaya matahari yang masuk. Sehingga, meskipun belum ditambah dengan ketiga alternatif fasad, ruang perpustakaan hanya menerima 38,07% cahaya yang nyaman pertahun. Namun, secara keseluruhan fasad *vertical screen* menunjukkan nilai penerimaan cahaya (iluminan) lebih baik bagi ruang perpustakaan dibandingkan dengan pola *perforated* maupun horizontal. Diikuti dengan ruang Studio Desain Arsitektur Akhir (SDAA) 2 berada pada

orientasi yang sama dengan ruang Laboratorium komputer dan perpustakaan yaitu di arah selatan. Dalam hal ini, fasad *vertical screen* pada ruang SDAA 2 yang berada di arah tersebut juga menunjukkan nilai iluminan yang lebih baik dari kisaran 100-2000 *Lux*. Namun, dengan *skin* ini masih menyisakan cahaya yang silau di atas 2000 *Lux* sebanyak 2,73%. Berbeda dengan *horizontal screen* yang hanya memperoleh cahaya optimal sebesar 50,72%, namun cahaya di atas 2000 *Lux* hanya sebesar 0,30%. Maka, pada ruang SDAA 2 cahaya lebih optimal dengan menggunakan *horizontal screen*. Begitu juga dengan ruang SDAA 1 mendapatkan cahaya optimal dengan *horizontal screen* karena memiliki ukuran yang sama dengan ruang SDAA 2. Untuk ruang laboratorium komputer (Labkom) dan RK3 Berorientasi ke arah selatan, dan RK2 ke arah utara memiliki ukuran ruang yang sama juga mendapatkan iluminan yang baik dengan *horizontal screen*.

Tabel 3. Hasil simulasi pencahayaan alami pada lantai 2

Nama Ruang	DA > 100 LUX	UDI < 100 LUX	UDI 100-2000 LUX	UDI > 2000 LUX	Desain Fasad Optimal	Luas Ruang (m ²)
Lantai 2						
NO SCREEN Labkom (selatan)	99,37%	0,68%	72,50%	26,75%	✗	72
NO SCREEN Pustaka (selatan)	46,61%	53,51%	38,07%	8,44%	✗	24
NO SREEN RK2 Lt 2 (selatan)	99,84%	0,18%	64,47%	35,33%	✗	72
NO SCREEN RK3 Lt 2 (utara)	99,48%	0,54%	66,40%	33,02%	✗	72
NO SREEN SDAA 1 Lt 2 (utara)	69,91%	30,34%	53,33%	16,33%	✗	72
NO SREEN SDAA 2 Lt 2 (utara)	66,12%	34,18%	54,79%	11,04%	✗	72
H SCREEN Labkom (selatan)	96,82%	3,28%	91,17%	5,40%	✓	72
H SCREEN Pustaka (selatan)	34,79%	65,44%	34,03%	0,57%	✗	24
H SREEN RK2 Lt 2 (selatan)	98,58%	1,50%	86,56%	11,90%	✓	72
H SCREEN RK3 Lt 2 (utara)	97,09%	3,00%	88,60%	8,90%	✓	72
H SREEN SDAA 1 Lt 2 (utara)	57,70%	42,59%	56,56%	0,87%	✓	72
H SREEN SDAA 2 Lt 2 (utara)	51,32%	49,00%	50,72%	0,30%	✓	72
V SCREEN Labkom (selatan)	91,97%	8,22%	77,91%	13,82%	✗	72
V SCREEN Pustaka (selatan)	40,29%	59,79%	37,98%	2,21%	✓	24
V SREEN RK2 Lt 2 (selatan)	96,51%	3,59%	76,18%	20,21%	✗	72
V SCREEN RK3 Lt 2 (utara)	93,62%	6,54%	75,66%	17,79%	✗	72
V SREEN SDAA 1 Lt 2 (utara)	58,75%	41,48%	52,09%	6,43%	✗	72
V SREEN SDAA 2 Lt 2 (utara)	53,99%	46,30%	50,98%	2,73%	✗	72
P SCREEN Labkom (selatan)	87,72%	12,60%	73,28%	14,11%	✗	72
P SCREEN Pustaka (selatan)	38,46%	61,69%	35,07%	3,28%	✗	24
P SREEN RK2 Lt 2 (selatan)	93,82%	6,33%	73,99%	19,66%	✗	72
P SCREEN RK3 Lt 2 (utara)	91,33%	8,85%	72,93%	18,21%	✗	72
P SREEN SDAA 1 Lt 2 (utara)	54,62%	45,62%	46,67%	7,74%	✗	72
P SREEN SDAA 2 Lt 2 (utara)	49,10%	51,14%	44,50%	4,38%	✗	72

Sumber: hasil analisis, 2018

Lantai 3

Terkhusus pada lantai 3, bangunan perimeter sudah tidak lagi menjadi konteks pereduksi cahaya karena lebih rendah dari ketinggian gedung PAFT. Sebelum ditambah skin, hampir seluruh ruang pada lantai 3 tidak memiliki area yang redup. Untuk RK4 dan Studio 2 berorientasi kearah selatan, RK4 berukuran lebih kecil dibandingkan dengan Studio 2. Hasil simulasi tanpa *screen* pada kedua ruang tersebut terlihat berbeda karena pengaruh ukuran ruang dan bukaan. Sedangkan ruang Studio 3 dan ruang *Workshop* yang

berorientasi kearah utara memiliki ukuran yang sama. Antara kedua ruang tersebut, jumlah cahaya yang diterima hanya selisih 0,19%.

Screen yang mampu mengurangi silau diatas 2000 *Lux* dengan signifikan diseluruh zona pada lantai 3 adalah *horizontal screen*. Sedangkan untuk vertikal dan *perforated screen* masih banyak menyisakan silau dengan nilai iluminan yang berbeda jauh dengan *horizontal screen*. Tidak hanya itu, menggunakan kedua *screen* tersebut juga menghasilkan jumlah area redup yang lebih besar

Tabel 4. Hasil simulasi pencahayaan alami pada lantai 3

Nama Ruang	DA > 100 LUX	UDI < 100 LUX	UDI 100-2000 LUX	UDI > 2000 LUX	Desain Fasad Optimal	Luas Ruang (m ²)
Lantai 3						
NO SCREEN <i>Grand Studio</i> Lt 3	100,00%	0,00%	65,33%	34,68%	✗	168
NO SCREEN RK4 Lt 3 (selatan)	99,69%	0,33%	99,98%	21,67%	✗	48
NO SCREEN Studio 2 Lt 3 (selatan)	100,00%	0,00%	56,71%	43,30%	✗	72
NO SCREEN Studio 3 Lt 3 (utara)	99,80%	0,22%	80,24%	19,55%	✗	72
NO SCREEN <i>Workshop</i> Lt 3 (utara)	99,99%	0,01%	60,88%	39,12%	✗	72
H SCREEN <i>Grand Studio</i> Lt 3	99,77%	0,25%	87,22%	12,54%	✓	168
H SCREEN RK4 Lt 3 (selatan)	97,20%	2,96%	92,86%	4,19%	✓	48
H SCREEN Studio 2 Lt 3 (selatan)	99,95%	0,06%	84,05%	15,91%	✓	72
H SCREEN Studio 3 Lt 3 (utara)	98,04%	2,06%	95,93%	2,02%	✓	72
H SCREEN <i>Workshop</i> Lt 3 (utara)	99,84%	0,17%	88,31%	11,52%	✓	72
V SCREEN <i>Grand Studio</i> Lt 3	99,29%	0,75%	79,51%	19,72%	✗	168
V SCREEN RK4 Lt 3 (selatan)	95,86%	4,29%	85,44%	10,26%	✗	48
V SCREEN Studio 2 Lt 3 (selatan)	99,91%	0,09%	75,11%	24,79%	✗	72
V SCREEN Studio 3 Lt 3 (utara)	95,80%	4,40%	87,39%	2,23%	✗	72
V SCREEN <i>Workshop</i> Lt 3 (utara)	99,71%	0,31%	78,28%	21,44%	✗	72
P SCREEN <i>Grand Studio</i> Lt 3	97,40%	2,70%	77,81%	19,48%	✗	168
P SCREEN RK4 Lt 3 (selatan)	86,29%	14,11%	74,84%	11,03%	✗	48
P SCREEN Studio 2 Lt 3 (selatan)	99,47%	0,56%	75,39%	24,01%	✗	72
P SCREEN Studio 3 Lt 3 (utara)	87,25%	13,11%	77,80%	9,11%	✗	72
P SCREEN <i>Workshop</i> Lt 3 (utara)	98,40%	1,66%	77,51%	20,85%	✗	72

Sumber: hasil analisis, 2018

4. KESIMPULAN

Hasil simulasi ini menunjukkan ruang yang digunakan untuk perkuliahan cukup mendapatkan cahaya optimal pada sebagian besar hari kerja dalam setahun. Persentase rata-rata cahaya yang di peroleh pada seluruh ruang yang disimulasi adalah 68,328%. Untuk persentase rata-rata pada lantai 1 63,36%, lantai 2 61,44% dan lantai 3 80,03%. Berdasarkan identifikasi simulasi cahaya, ada beberapa faktor yang berpengaruh terhadap perolehan cahaya alami kedalam ruang pada gedung PAFT.

Pertama, ketinggian bangunan perimeter yang berada disekitar gedung PAFT sangat berpengaruh dalam memberikan dampak distribusi cahaya pada ruang. Cahaya yang telah terhalang oleh bangunan perimeter tidak dapat masuk secara maksimal meskipun belum ditambahkan screen terutama pada lantai 1 dan 2. Sedangkan lantai 3 yang elevasinya lebih tinggi dari bangunan sekeliling, perletakan screen tidak dipengaruhi oleh dampak konteks bangunan perimeter tersebut. Hal tersebut terbukti dari persentase cahaya yang diterima.

Kedua, ukuran bidang dinding terluar yang diberi bukaan pada gedung PAFT juga menentukan banyaknya cahaya yang masuk kedalam ruang. Ukuran bukaan yang kecil seperti ruang administrasi (lantai 1) dan ruang perpustakaan (lantai 2) memerlukan distribusi cahaya yang lebih banyak. Desain fasad yang sesuai dengan kondisi tersebut adalah *vertical screen*. Meskipun pada ruang lainnya *screen* ini cenderung menyisakan silau, namun pada kedua ruang yang kecil ini fasad *vertical screen* lebih baik dibanding *screen* lainnya.

Dari hasil komparasi diketahui bahwa yang paling banyak memberikan cahaya optimal adalah fasad *horizontal screen* yang mengoptimalkan 13 ruang dari total 15 ruang. *Horizontal screen* berpotensi mengurangi cahaya di atas 2000 *Lux* dengan signifikan. Keuntungan yang didapat adalah perolehan iluminasi di dalam ruang bisa lebih optimal. *Horizontal screen* sangat cocok digunakan pada bidang perimeter yang banyak terkena sinar matahari. *Screen* tersebut mampu mereduksi cahaya berlebih hingga menyisakan cahaya optimal yang lebih banyak untuk kenyamanan visual pada ruang. Sementara, fasad dengan pola lingkaran perforated tidak berkontribusi dalam memberikan cahaya optimal. Dibandingkan dengan *horizontal* dan *vertical screen*, *perforated* cenderung menyisakan silau dari ketidaknyamanan pencahayaan diatas 2000 *Lux*.

5. REFERENSI

- Ander, G. D. (2016). Daylighting. Retrieved July 1, 2018, from <https://www.wbdg.org/resources/daylighting>
- Anderson, K. (2014). *Design Energy Simulation for Architects*. New York: Routledge.
- Atthaillah, Iqbal, M., & Situmeang, I. S. (2017). Simulasi Pencahayaan Alami Pada Gedung Program Studi Arsitektur Universitas Malikussaleh. *NALARs*, 16(2), 113–124.
- Elghazi, Y., Wagdy, A., Mohamed, S., & Hassan, A. (2014). Daylighting Driven Design: Optimizing Kaleidocycle Facade For Hot Arid Climate. In *German-Austrian IBPSA Conference*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3198.4408>
- Erlendsson, Ö. (2014). *Daylight Optimization: A Parametric Study of Atrium Design*. Royal Institute of Technology Stockholm. Retrieved from <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:723644/FULLTEXT01.pdf>
- Groad, L., & Wang, D. (2013). *Architectural Research Method* (2nd ed.). Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Holst, R. (2013). *Think, Script, Build*. Technical University of Denmark, Denmark.
- Mardaljevic, J. (2010). *Climate-Based Daylight Analysis for Residential Buildings Impact of various window configurations , external obstructions , orientations and location on useful daylight illuminance*. Leicester.
- Moreno, M. B. P., & Labarca, C. Y. (2015). Methodology for assessing daylighting design strategies in classroom with a climate-based method. *Sustainability (Switzerland)*, 7(1), 880–897. <https://doi.org/10.3390/su7010880>
- Nabil, A., & Mardaljevic, J. (2005). Useful daylight illuminances: a new paradigm for assessing daylight in building. *Lighting Research and Technology*. <https://doi.org/10.1191/1365782805li128oa>
- Nurhaiza, & Lisa, N. P. (2016). Optimalisasi Pencahayaan Alami pada Ruang. *ARS/TEKNO*, 7(7), 33–41.
- Rahimzadeh, S. D. (2015). *Use of parametric modelling and climate - based metrics for the efficient design of daylight strategies in buildings with complex geometries*. School of Design Queensland University of Technology.
- Roudsari, M. S., & Pak, M. (2013). Ladybug: A Parametric Environmental Plugin For Grasshopper to Help Designers Create An Environmentally-Conscious Design. In *13th Conference of International Building Performance Simulation Association* (pp. 3128–3135). Chambery.